

(19)



(11)

**EP 2 776 237 B1**

(12)

**EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:

**03.02.2016 Patentblatt 2016/05**

(51) Int Cl.:

**B30B 11/02 (2006.01)**

(21) Anmeldenummer: **12816229.4**

(86) Internationale Anmeldenummer:

**PCT/DE2012/001083**

(22) Anmeldetag: **09.11.2012**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:

**WO 2013/067995 (16.05.2013 Gazette 2013/20)**

(54) **VERFAHREN UND PRESSE ZUM PRESSEN EINES PRESSKÖRPERS AUS ZUMINDEST ZWEI VERSCHIEDENEN METALLISCHEN UND/ODER KERAMISCHEN PULVER- UND/ODER GRANULATFÖRMIGEN MATERIALIEN**

METHOD AND PRESS FOR PRESSING A COMPACT FROM AT LEAST TWO DIFFERENT METAL AND/OR CERAMIC PULVERULENT AND/OR GRANULAR MATERIALS

PROCÉDÉ ET PRESSE DE COMPRESSION D'UNE PIÈCE CONSTITUÉE D'AU MOINS DEUX MATÉRIAUX MÉTALLIQUES ET/OU CÉRAMIQUES PULVÉRULENTS ET/OU GRANULAIRES DIFFÉRENTS

(84) Benannte Vertragsstaaten:

**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR**

• **GRÖBL, Herbert Ludwig**  
**82418 Murnau (DE)**

(30) Priorität: **09.11.2011 DE 102011118054**

(74) Vertreter: **Thiele, Thomas**  
**Mittenwalder Strasse 5**  
**82431 Kochel a. See (DE)**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**17.09.2014 Patentblatt 2014/38**

(56) Entgegenhaltungen:

<b>EP-A1- 1 440 790</b>	<b>EP-A1- 1 457 204</b>
<b>EP-A2- 1 422 050</b>	<b>DE-A1-102009 042 598</b>
<b>DE-A1-102009 049 845</b>	<b>US-A1- 2004 113 319</b>
<b>US-A1- 2008 145 466</b>	

(73) Patentinhaber: **Dorst Technologies GmbH & Co. KG**  
**82431 Kochel am See (DE)**

(72) Erfinder:

• **MENZEL, Roland**  
**82431 Kochel am See (DE)**

**EP 2 776 237 B1**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zum Pressen eines Presskörpers, wobei in einer Matrizenöffnung einer Presse zumindest zwei oberseitige Stempel auf das Material aufgesetzt werden und unterseitig und oberseitig angeordnete Pressstempel dazwischen befindliche Materialsäulen aus zumindest zwei verschiedenen metallischen und/oder keramischen pulver- und/oder granulatförmigen Materialien pressen. Die Erfindung bezieht sich außerdem auf eine Presse und einen Datenträger mit Software zum Durchführen eines solchen Verfahrens.

**[0002]** Beispielhaft ist aus DE 102 54 656 B4 eine Keramikpulver- und/oder Metallpulver-Pressen bekannt. Diese umfasst ein Keramikpulver- und/oder Metallpulver-Pressenwerkzeug mit zumindest einem Grundkörper, mit einer Vielzahl von zumindest zwei Stempeln, welche in einer Pressstellung von einer Seite aus in eine mit Keramik- und/oder Metallpulver befüllte Matrizenöffnung einer Matrize eintauchbar angeordnet sind, mit einer Vielzahl von zumindest zwei Stempelträgern, an welchen jeweils einer der Stempel angesetzt ist, wobei zumindest ein Teil der Stempelträger an jeweils zumindest zwei Verstellantrieben ankoppelbar ist und wobei die Stempelträger relativ zueinander und relativ zu dem Grundkörper verstellbar angeordnet sind, und mit Festanschlagseinrichtungen, welche angeordnet sind, eine Presskraft zumindest teilweise in einer Pressendstellung von den Stempeln über den Grundkörper abzuleiten.

**[0003]** Während solche Pressen hydraulisch oder mechanisch angetrieben werden, ist aus z.B. DE 10 2009 049 845 A1 eine derartige Keramikpulver- und/oder Metallpulver-Pressen bekannt, bei welcher eine Hauptpresskraft mit einem elektromotorischen Antrieb und einer Spindelanordnung auf relativ zueinander verstellbare Komponenten und das zu pressende Pulver aufgebracht wird.

**[0004]** EP 1 440 790 A1 und EP 1 457 204 A1 betreffen ein Verfahren zum Mehrstoff-Befüllen einer Matrize zur Herstellung eines abgestuften Presskörpers, bei dem während der Herstellung zueinander benachbarte Pulversäulen gemeinsam vorverdichtet werden.

**[0005]** DE 10 2009 042 598 betrifft ein Pressen eines Formkörpers mit nur einem einzigen Pulver, wobei Pulverwerkstoff zu einem ersten Körper vorverdichtet wird, danach in die Presse ein zweiter, separat vorverdichteter Formkörper oder ein Massivteil in eine Kavität des ersten Formkörpers eingesetzt wird und abschließend der so zusammengesetzte Formkörper endverdichtet wird.

**[0006]** US 2004/113319 A1 betrifft ein Verfahren, bei dem ein Formkörper aus verschiedenen Materialien gepresst wird. Bei verschiedenen Fertigungsschritten werden unterseitige Pressstempel individuell verstellt. Ein über unterseitigen Stempeln teilweise gefertigter Körper wird von den unterseitigen Stempeln nachfolgend als ganzes gleichmäßig in vertikal versetzt.

**[0007]** Die Aufgabe der Erfindung besteht darin, ein

Verfahren und eine Presse zum Pressen eines Presskörpers aus zumindest zwei verschiedenen metallischen und/oder keramischen pulver- und/oder granulatförmigen Materialien weiterzuentwickeln.

5 **[0008]** Insbesondere soll ein zügiges Pressen auch komplexer Strukturen und Materialverteilungen ermöglicht werden.

**[0009]** Diese Aufgabe wird durch das Verfahren zum Pressen eines Presskörpers aus zumindest zwei verschiedenen metallischen und/oder keramischen pulver- und/oder granulatförmigen Materialien mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1 bzw. die Vorrichtung mit den Merkmalen des Patentanspruchs 10 bzw. durch den Datenträger mit einem Programm nach Anspruch 12 gelöst. 10 Vorteilhafte Ausgestaltungen sind Gegenstand von abhängigen Ansprüchen.

**[0010]** Bevorzugt wird demgemäß insbesondere ein Verfahren zum Pressen eines Presskörpers aus zumindest zwei verschiedenen metallischen und/oder keramischen pulver- und/oder granulatförmigen Materialien, bei dem in eine Matrizenöffnung einer Matrize ein erstes solches Material eingefüllt wird, bei dem in der Matrizenöffnung zumindest zwei oberseitige Stempel auf das Material zumindest zeitweilig aufgesetzt werden, bei dem unterseitig und oberseitig angeordnete Pressstempel zusammen mit dazwischen befindlichen Materialsäulen längs einer Pressrichtung auf unterschiedliche Höhen verstellt werden, bei dem nach Abheben der oberseitig angeordneten Pressstempel in die Matrizenöffnung das 20 zweite Material eingefüllt wird und bei dem abschließend mit den zumindest zwei oberseitigen Stempeln das Material endverdichtet wird.

**[0011]** Unter längs einer Pressrichtung wird verstanden, dass entsprechende Bewegungen in oder entgegen einer Befüllrichtung oder Presskraft-Wirkrichtung erfolgen. Insbesondere ist die Pressrichtung von oben nach unten und/oder umgekehrt.

**[0012]** Unter Materialsäulen wird verstanden, dass sich längs der Pressrichtung oberhalb eines jeden der 40 Stempel Material befindet, wobei eine Querschnittskontur durch das Material einer Oberflächenkontur einer Oberfläche des entsprechenden Pressstempels entspricht. Dabei können nicht nur quaderförmige Materialsäulen entstehen, sondern beliebige Kontur aufweisende Materialsäulen, insbesondere kreis- oder ringförmige Materialsäulen.

**[0013]** Natürlich ist das Verfahren auch auf mehr als zwei Materialien oder auf mehr als je zwei ober- und unterseitige Stempel anwendbar. Dazu werden gegebenenfalls entsprechende zusätzliche Schritte vor- oder nachgeschaltet.

**[0014]** Soweit unterseitige und oberseitige Stempel beschrieben werden, wird von einer üblichen Pressenanordnung ausgegangen, bei welcher das Material von oben her in die Matrizenöffnung gefüllt und dann von oben und unten her mittels der Stempel verpresst wird. Dazu äquivalent sind Anordnungen, bei welchen das Pressen in einer Querrichtung erfolgt, z.B. wenn die Ma-

trizenanordnung nach dem Befüllen in eine Querlage verschwenkt werden sollte oder wenn in einer Querlage gepresst werden sollte, so dass statt ober- und unterhalb dann begrifflich rechts- und linksseitig zu verwenden wäre.

**[0015]** Entsprechendes gilt natürlich auch für Schrägstellungen zwischen diesen beiden Ausrichtungen.

**[0016]** Insbesondere werden bei solchen Verfahren die unterseitig angeordneten Pressstempel vor dem Auffüllen des ersten oder des zweiten Materials so weit auf zueinander unterschiedliche Höhen verstellt werden, dass ein freier Raum oberhalb der Pressstempel zum Auffüllen einer für einen entsprechend zu erstellenden Presskörperabschnitt benötigten Pulvermenge geeignet ist. Insbesondere erfolgt somit ein Verstellen der befüllbaren Räume für jede Materialsäule mit individueller Höhe.

**[0017]** Äquivalent zum Einsatz insbesondere oberseitiger Pressstempel zum Verstellen der Materialsäulen und zum Vorverdichten wäre auch ein Einsatz dafür eigens bereitgestellter Stempel, wenn ein Pressen zur Endverdichtung des Presskörpers mittels eigener Pressstempel in z.B. einer separat bereitgestellten Presse erfolgt.

**[0018]** Unter dem Endverdichten wird in für sich bekannter Weise verstanden, dass der vorverdichtete Presskörper so weit verdichtet wird, wie dies für seine Entnahme aus der Presse und insbesondere für ein nachfolgendes Sintern erforderlich ist. Das abschließende Endverdichten kann optional auch als eigenständiger Schritt, ggf. auch ein einer anderen Presse durchgeführt werden.

**[0019]** Unter den Presskörpern werden insbesondere technische Presskörper aus technischer Keramik oder Metall verstanden, wie beispielsweise Zahnräder.

**[0020]** Das Verstellen der unterseitig und oberseitig angeordneten Pressstempel kann insbesondere zusammen mit den dazwischen befindlichen Materialsäulen durchgeführt werden, bis ein Kontakt der zueinander benachbarten Materialsäulen verloren geht. Darunter, dass der Kontakt der zueinander benachbarten Materialsäulen verloren geht, wird insbesondere verstanden, dass die benachbarten Materialien untereinander bindende Kräfte verloren gehen.

**[0021]** Dabei kann das Verstellen der unterseitig und oberseitig angeordneten Pressstempel zusammen mit den dazwischen befindlichen Materialsäulen durchgeführt werden, bis die zueinander benachbarten Materialsäulen keine Berührung mehr zueinander aufweisen. Darunter, dass der Kontakt der zueinander benachbarten Materialsäulen verloren geht, wird bevorzugt verstanden, dass die benachbarten Materialsäulen so weit in Pressrichtung zueinander verschoben werden, dass zeitweilig eine Unterkante einer Materialsäule höher als eine Oberkante der benachbarten Materialsäule liegt. Insbesondere bedeutet das Verstellen auf unterschiedliche Höhen, dass die zueinander benachbarten Stempel relativ zueinander unterschiedlich bewegt werden.

**[0022]** Insbesondere können nach dem Verlieren des Kontakts die unterseitig und oberseitig angeordneten Pressstempel zusammen mit den dazwischen befindlichen Materialsäulen in eine Position verstellt werden, in welcher das zweite Material eingefüllt wird.

**[0023]** Das Verstellen auf unterschiedliche Höhen, insbesondere ein/das Verstellen zum Verlieren des seitlichen Kontakts der Materialsäulen kann unabhängig von einem zwischenzeitlichen Erreichen einer nachfolgenden zweiten Befüllposition für das zweite Material durchgeführt werden.

**[0024]** Das Verstellen kann auch in einem zwischen geschalteten Schritt über die Befüllposition hinaus erfolgen oder in eine Richtung entgegengesetzt zu einer Richtung der nachfolgenden Befüllposition erfolgen. Insbesondere kann somit die Verstellbewegung zum Trennen der Materialsäulen bei Bedarf in einem ersten Schritt sogar in eine Richtung entgegengesetzt zu der Richtung der nachfolgenden Befüllposition erfolgen oder auch über die Befüllposition hinaus erfolgen.

**[0025]** Gemäß einer weiteren Ausgestaltung können die Materialsäulen zwischen den unterseitig und oberseitig angeordneten Pressstempeln vorverdichtet werden vor einem ersten Verstellen relativ zueinander.

**[0026]** Insbesondere ist eine Ausgestaltung umsetzbar, bei der die Materialsäulen zwischen den unterseitig und oberseitig angeordneten Pressstempeln vorverdichtet werden, und zwar während oder nach einem ersten Verstellen der Materialsäulen relativ zueinander.

**[0027]** Ein solches Vorverdichten kann insbesondere um einen bestimmten vorzugsweise frei einstellbaren Wert durchgeführt werden. Damit wird vermieden, dass sich das Pulver bzw. Material der beiden Materialsäulen untereinander vermischt. Insbesondere wird so eine Vermischung sowohl vertikal als auch horizontal vermieden. Es liegt dann eine saubere Trennungslinie zwischen den verschiedenen Materialien vor.

**[0028]** Bei wiederholten solchen Verfahrensschritten nach Auffüllen des zweiten Materials können die Verschiebung Pulver- bzw. Materialsäulen erneut verschoben werden. Dadurch, dass das erste Material an- bzw. vorverdichtet ist, kommt es dabei zu keiner Vermengung des ersten und des zweiten eingefüllten und ggf. noch nicht oder nur teilweise vorverdichteten Materials.

**[0029]** Umsetzbar ist auch eine Ausgestaltung, bei der jeweils zumindest einer der unterseitigen und oberseitigen Stempel eine ringförmige Ausgestaltung aufweist oder mit innen liegender Durchtrittsöffnung zum Durchführen zumindest einen weiteren unterseitigen und oberseitigen Stempels ausgebildet ist Dies ermöglicht ein z. B. ringweises Befüllen und Pressen, um verschiedene Pulver quer zur Pressrichtung verwenden zu können. Beispielsweise können so Zahnräder hergestellt werden, welche außen am Zahnkranz aus einem anderen, insbesondere härteren Material als innenseitig davon ausgebildet sind.

**[0030]** Auch ist in den Füllpositionen möglich, keinen Raum oberhalb eines der unterseitigen Stempel frei zu

belassen, so dass ein nachfolgendes Material über einem solchen Stempel nicht eingefüllt wird und sich dieses Material somit auch nicht über die gesamte Breite des entstehenden Presskörpers erstreckt.

**[0031]** Eigenständig bevorzugt wird eine Vorrichtung mit einer Matrize mit einer Matrizenöffnung, mit unterseitig zumindest zwei in die Matrizenöffnung ragenden Stempeln, mit oberseitig zumindest zwei in die Matrizenöffnung einführbaren Stempeln, mit einer Befülleinrichtung zum Befüllen der Matrizenöffnung mit zumindest zwei verschiedenen metallischen und/oder keramischen pulver- und/oder granulatförmigen Materialien und mit einer Steuereinrichtung, wobei die Steuereinrichtung zum Durchführen eines solchen Verfahrens ausgebildet und/oder programmiert ist. Darunter wird verstanden, dass die zur Steuereinrichtung Verfahrensdurchführung als reine Verschaltung bzw. sogenannte Hardware, mit einem Prozessor zur Ausführung eines Programms als sogenannter Software oder als Kombination aus beidem ausgebildet ist.

**[0032]** Eine solche Vorrichtung ist insbesondere als eine Keramik- und/oder Metallpulverpresse mit Pressstempeln als den Stempeln ausgestaltet. Äquivalent zu einer Keramik- und/oder Metallpulverpresse ist eine Presse zum Pressen eines granulatförmigen oder gemischt pulver- und granulatförmigen Materials.

**[0033]** Eigenständig bevorzugt wird außerdem ein Datenträger mit einem darauf gespeicherten Programm, welches zum Durchführen eines solchen Verfahrens in einer derartigen Vorrichtung programmiert ist. Insbesondere kann der Datenträger eine eigenständige transportable Speichereinrichtung oder eine in der Presse oder deren Steuereinrichtung integrierte Speichereinrichtung sein.

**[0034]** Solche Presskörper können verfahrensgemäß mit einerseits hoher Präzision aus verschiedenen Materialschichtungen ausgebildet werden und andererseits sowohl eine saubere Materialtrennung als auch eine ausreichend hohe Presskraft bei der Endverdichtung erfahren. Die Fertigung solcher Presskörper wird ohne großen technischen Aufwand bei zugleich geringem Zeitaufwand ermöglicht.

**[0035]** Ein Ausführungsbeispiel wird nachfolgend anhand der Zeichnung näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 Verfahrensschritte zum Pressen eines Presskörpers aus verschiedenen Materialien in einer Keramik- und/oder Metallpulverpresse und

Fig. 2 weitere Verfahrensschritte bis zum gepressten Presskörper.

**[0036]** Fig. 1 und 2 zeigen schematisch Komponenten einer Presse zum Pressen eines Presskörpers aus zumindest zwei verschiedenen metallischen und/oder keramischen Pulver- und/oder Granulatförmigen Materialien p1 - p3. In zeitlicher Reihenfolge sind dabei von rechts nach links von 1 bis 11 verschiedene Zeitpunkte

dargestellt, welche während eines beispielhaften Presszyklus durchlaufen werden. Bei dem beispielhaften Presszyklus wird dabei ein Presskörper 40 aus drei Materialien p1, p2, p3 gepresst. Jedoch können auch nur zwei oder mehr als drei verschiedene Materialien verwendet werden. Die Materialien p1 - p3 können sich auf verschiedenste Art und Weise voneinander unterscheiden. Neben Unterscheidung durch die chemische Zusammensetzung können auch Unterschiede hinsichtlich der Körnung, der Farbe oder sonstiger Beschaffenheitsmerkmale bestehen.

**[0037]** In der Presse ist eine Matrize 20 angeordnet, welche eine Matrizenöffnung 21 aufweist. Die Matrizenöffnung 21 dient zum Einfüllen des pulver- und/oder granulatförmigen Materials P1 - p3, insbesondere Keramikpulvers und/oder Metallpulvers, mittels einer Befülleinrichtung 26. Unter einem solchen Material bzw. Pulver ist dabei im weiteren Sinne auch ein Granulat oder ein Gemisch aus feinkörnigem Pulver und granularem Material zu verstehen.

**[0038]** Von unten her ragen unterseitige Stempel 22, 23 in die Matrizenöffnung 21 und verschließen die Matrizenöffnung 21 nach unten hin. Die unterseitigen Stempel 22, 23 sind insbesondere mittels Antriebseinrichtungen relativ zueinander und relativ zur Matrize 20 verstellbar. Nach dem Einfüllen des pulver- und/oder granulatförmigen Materials P1 - p3 kann dieses mittels oberseitigen Stempeln 24, 25 verdichtet und zu dem Presskörper 30 verpresst werden. Dazu werden die oberseitigen Stempel 24, 25 von oben her in die Matrizenöffnung 21 eingeführt, wobei auch die oberseitigen Stempel 24, 25 insbesondere mittels Antreibseinrichtungen relativ zueinander und relativ zur Matrize 20 verstellbar sind.

**[0039]** Eine Steuereinrichtung 27 dient dazu, die verschiedenen Antriebseinrichtungen, insbesondere einen bevorzugt oberseitigen Hauptpressantrieb 28 und Antriebe zum Bewegen einzelner der Stempel 22 - 25 und/oder der Matrize 20, so anzusteuern, dass deren einzelne Bewegungsabläufe zeitlich geeignet ablaufen.

**[0040]** Eine solche Presse kann in für sich bekannter Art und Weise einen Pressenrahmen aufweisen, welcher aus zwei seitlichen Pressenrahmen besteht, welche oberseitig und unterseitig fest mit einem oberseitigen bzw. einem unterseitigen Pressenrahmen verbunden sind. Die Pressenrahmen sind dabei fest miteinander verspannt, um einen Kraftfluss durch diese hindurch bis zu den Stempeln 22 - 25 aufbauen zu können. Zum Aufbauen bzw. Anlegen einer Presskraft weist die Presse einen Pressantrieb auf, welcher beispielsweise als der oberseitige Hauptpressantrieb 28 oberseitig des Pressenrahmens angeordnet ist. Über einen Pressantriebskolben wird von dem Pressantrieb die Presskraft auf ein oberes Pressenwerkzeug aufgebracht, so dass dieses in Richtung der Matrize 20 verstellt wird. Durch die einwirkende Presskraft werden die einzelnen Komponenten der Pressenwerkzeuge zusammengefahren und gegen den unterseitigen Pressenrahmen gespannt. Dabei pressen die Stempel 22 - 25 das Material zu dem Pressteil 30.

**[0041]** Als Antriebe können beliebige Antriebssysteme, insbesondere Elektromotoren, mechanische Antriebe und/oder hydraulische Antriebe eingesetzt sein.

**[0042]** Ein bevorzugtes unterseitiges Werkzeug mit u. a. den unterseitigen Stempeln 22, 23 besteht aus einer Vielzahl von einzelnen Komponenten. Das diesem gegenüberliegende oberseitige Werkzeug mit u.a. den oberseitigen Stempeln 24, 25 kann prinzipiell einen vergleichbaren Aufbau aufweisen, kann aber auch in herkömmlicher Art und Weise oder einer Mischform aus herkömmlicher Bauweise und der Bauweise und des unterseitigen Werkzeugs aufgebaut sein. Selbiges gilt für Verstellanordnungen zum Verstellen der einzigen einzelnen Komponenten der Werkzeuge. Insbesondere weisen für das beschriebene verfahren zum Herstellen eines Presskörpers 30 aus verschiedenen Materialien p1 - p3 die jeweils gegenüberliegenden unterseitigen und oberseitigen Stempel 22 - 24, 23 - 25 jeweils einander gegenüberliegend Oberflächen 22o bzw. Unterflächen 24u mit gleicher außenseitiger Kontur auf. Mit anderen Worten, haben die einander gegenüberliegenden Stempel 22 - 24, 23 - 25 jeweils insbesondere gegenüberliegende gleiche Pressflächen.

**[0043]** Beim ersten dargestellten Verfahrensschritt 1 ist ein Befüllen der Matrize 21 mit dem ersten Material p1 skizziert. Eine Oberkante der Matrize 20 befindet sich dabei beispielhaft ein Stück oberhalb einer beispielhaften Null-Pressstellung h0. Der erste unterseitige Stempel 22 ist bis auf eine Höhe h1 als einer zwischenzeitlichen Höhe des ersten unterseitigen Stempels 22 für diesen Verfahrensschritt 1 angehoben. Diese Höhe h1 befindet sich dabei unterhalb der Oberkante der Matrize 20, so dass sich oberhalb des ersten Stempels 22 ein mit dem Material p1 befüllbarer Raum der Matrizenöffnung 21 bildet. Der zweite unterseitige Stempel 23 ist benachbart zum ersten unterseitigen Stempels 22 angeordnet und weiter von der innenseitigen Matrizenwandung der Matrize 20 nach innen in Richtung der Matrizenöffnung 21 versetzt. Eine zwischenzeitliche Höhe h2 des zweiten unterseitigen Stempels 23 bei dem ersten Verfahrensschritt eins befindet sich beispielsweise tiefer als die zwischenzeitliche Höhe h1 des ersten unterseitigen Stempels 22. Dadurch wird oberhalb der Oberseite des zweiten Stempels 23 ein darüber befüllbarer Raum als die effektive Matrizenöffnung 21 ausgebildet. Mittels der Befülleinrichtung 26 wird das erste Material p1 in den Raum oberhalb der Stempel 22, 23 eingefüllt und vorzugsweise auf Höhe der Oberseite der Matrize 20 glatt gestrichen. Prinzipiell kann sich bereits direkt rechts neben dem zweiten unterseitigen Stempel 23 die gegenüberliegende Innenwandung der Matrize 20 befinden. Jedoch können auch noch weitere Stempel oder ein weiterer Teil des ersten unterseitigen Stempels 22 folgen. Neben flächigen Stempeln können insbesondere auch zylindrische und ringförmige Stempel eingesetzt sein, um beispielsweise Räder oder Zahnräder bilden zu können, die mit über deren Fläche unterschiedlich höher Wandung und in radialer Richtung unterschiedlicher Ma-

terialschichtung oder Materialzusammensetzung ausgebildet sind.

**[0044]** Nach dem Entfernen der Befülleinrichtung 26 werden von oben her oberseitige Stempel 24, 25 auf das Material p1 aufgesetzt. Dadurch bilden sich zwischen den einander gegenüberliegenden stirnseitigen Oberflächen bzw. Unterflächen der unteren bzw. oberen Stempel ein erster Abschnitt s1 bzw. ein zweiter Abschnitt s2 als Pulver- bzw. Materialsäulen des entstehenden Presskörpers 40.

**[0045]** Anhand der nächsten Abbildung sind die Komponenten aus Verfahrensschritt 1 in einem zeitlich späteren zweiten Verfahrensschritt 2 skizziert. Zwischenzeitlich wurden die oberseitigen Stempel 24, 25 aufgesetzt, so dass zwischen dem ersten unterseitigen Stempel 22 und dem ersten oberseitigen Stempel 24 ein erster Abschnitt s1 des entstehenden Presskörpers als erste Pulver- bzw. Materialsäule entsteht und entsprechend zwischen dem zweiten unterseitigen Stempel 23 und dem zweiten oberseitigen Stempel 25 ein zweiter Abschnitt s2 als Materialsäule entsteht. Außerdem ist dargestellt, dass nach einem Aufsetzen der oberseitigen Stempel 24, 25 die Matrize 20 auf eine deutlich höhere Positionen gegenüber der Null-Pressstellung h0 gefahren wurde. Dabei oder danach wurden außerdem der erste unterseitige und der erste oberseitige Stempel 22, 24 mit der dazwischen befindlichen Materialsäule als erstem Abschnitt s1 angehoben. Das Anheben erfolgt dabei maximal soweit, dass das Material der Materialsäule, hier des ersten Abschnitts s1, mit seiner Oberkante stets unterhalb einer Oberkante der Matrize 20 verbleibt. Dargestellt ist ein zwischenzeitlicher Zeitpunkt, bei dem eine zwischenzeitliche Höhe h3 der Oberfläche 22o des unteren ersten Stempels 22 bis auf eine ursprüngliche Höhe der Matrizeoberfläche der Matrize 20 angehoben ist, wobei der zweite oberseitige Stempel 25 bis auf diese zwischenzeitliche Höhe h3, abgesenkt bleibt. Während dieser momentanen zeitlichen Situation befindet sich somit die Oberfläche 22o des ersten unteren Stempels 22 auf gleicher Höhe wie dazu benachbart die Unterfläche 25u des oberen zweiten Stempels 25. Mit anderen Worten sind die Materialien im ersten Abschnitt s1 und im zweiten Abschnitt s2 zwischen den beiden Stempelpaaren 22 - 24, 23 - 25 in diesem Moment vollständig voneinander getrennt. Nach einem Aufsetzen der oberen Platten bzw. der daran befestigten oberseitigen Stempel 24, 25 auf das Material p1 erfolgte somit eine Verschiebung der Pulver- bzw. Materialsäulen s1, s2 relativ zueinander so weit, dass ein Kontakt der Pulversäulen untereinander verloren geht.

**[0046]** Während dieses Verschiebens und während insbesondere auch eines weiteren Verschiebens der Stempel 22 - 25 und Materialsäulen s1, s2 relativ zueinander, erfolgt außerdem ein Vorverdichten des Materials in dem ersten bzw. in dem zweiten Abschnitt s1, s2. Ein Wert der Vorverdichtung kann vorzugsweise um einen frei einstellbaren Betrag vorgegeben werden und letztendlich durch eine unterschiedliche Beanstandung der

jeweils einander gegenüberliegenden Stempelpaare 22 - 24 bzw. 23 - 25 eingestellt werden. Diese Vorverdichtung ist insbesondere vorteilhaft beim nachfolgenden Einfüllen eines zweiten Materials p2, da dadurch vermieden wird, dass sich die Materialien p1, p2 vertikal und horizontal untereinander vermischen, und da so saubere Trennungslinien zwischen den Pulvern vorliegen.

**[0047]** Das Diagramm des dritten Verfahrensschritts 3 zeigt das weitere Verfahren der Materialsäulen und Vorverdichten bis zu einer Verschiebung der Oberkanten der Abschnitte s1, s2 der Materialsäulen in eine Füllposition für das zweite Material p2. Während beispielhaft die zwischenzeitliche Höhe h2 des zweiten unterseitigen Stempels 23 nach wie vor beibehalten wurde und durch Absenken des zweiten oberseitigen Stempels 25 das Material im zweiten Abschnitt s2 Vorverdichtet wurde, wurde der erste Abschnitt s1 als Materialsäule zusammen mit dem ersten unterseitigen Stempel 22 bis auf eine weitere zwischenzeitliche Höhe h4 des ersten unterseitigen Stempels 22 angehoben. Diese liegt rein beispielhaft deutlich über der zwischenzeitlichen Höhe h2 des zweiten unterseitigen Stempels 23.

**[0048]** Anhand des vierten Verfahrensschritts 4 ist ein zeitlich noch späterer Zeitpunkt skizziert, bei dem die oberseitigen Stempel 24, 25 vollständig abgehoben wurden und die oder eine andere Befülleinrichtung 26 über die Matrizenöffnung geführt wurde. Mittels der Befülleinrichtung 26 wird das zweite Material p2 in die Räume über dem ersten und dem zweiten Abschnitt s1, s2 eingefüllt und anschließend vorzugsweise Oberflächenplan mit der Oberfläche der Matrize 21 gestrichen.

**[0049]** In einem nachfolgend dargestellten fünften Verfahrensschritt 5 wird ein Aufsetzen der oberseitigen Stempel 24, 25 und daraufhin ein Verschieben der Materialsäulen durchgeführt. Die eine Materialsäule besteht nunmehr aus dem ersten Abschnitt s1 aus dem ersten Material p1 und einem dritten Abschnitt s3 aus dem zweiten Material zwischen dem ersten unterseitigen und dem ersten oberseitigen Stempel 22, 24. Die andere Materialsäule besteht aus dem zweiten Abschnitt s2 aus dem ersten Material p1 und einem darüber liegenden vierten Abschnitt s4 aus dem zweiten Material p2 zwischen den zweiten unterseitigen bzw. oberseitigen Stempeln 23, 25. Bei dem rein beispielhaften Verfahrensablauf werden nicht nur die oberseitigen Stempel 24, 25 während dieses zeitlichen Ablaufs abgesenkt, sondern auch der unterseitige zweite Stempel 23 wird auf eine weitere zwischenzeitliche Höhe h5 angehoben. Dadurch, dass das erste Material p1 zuvor an- bzw. vorverdichtet wurde, kommt es dabei zu keiner Vermengung der beiden Materialien p1, p2.

**[0050]** Nachfolgend ist anhand eines sechsten Verfahrensschritts 6 eine weitere Verstellung der Stempel 22 - 25 relativ zueinander dargestellt, wobei eine Vorverdichtung nun auch des zweiten Materials p2 erfolgt ist. In der dargestellten Position haben dabei die Oberkanten der Materialsäulen bereits eine dritte Befüllposition erreicht, welche wieder jeweils unterhalb der Oberkante der opti-

onal zwischenzeitlich weiter angehobenen Matrize 20 liegt. Natürlich kann auch bei dieser oder einer der anderen Befüllpositionen einer der unterseitigen Stempel bis auf gleicher Höhe wie die Oberkante der Matrize 20 verstellt sein, so dass über den Stempel oder über der darüber sitzenden Materialsäule kein Auffüllen mit dem weiteren neuen Material erfolgt.

**[0051]** Anhand des beispielhaften siebten Verfahrensschritts 7 ist dargestellt, dass zwischenzeitlich die oberseitigen Stempel 24, 25 wieder abgehoben wurden und die oder eine weitere Befülleinrichtung 26 wieder über die Matrizenöffnung 21 gefahren wurde. Außerdem wird drittes Material p3 eingefüllt. Bei dem dritten Material kann es sich optional auch um das selbe Material, wie bei dem ersten Befüllschritt handeln.

**[0052]** Nachfolgend werden in einem achten Verfahrensschritt 8 die oberseitigen Stempel 24, 25 wieder aufgesetzt und verdichten dabei das darunter befindliche neu eingefüllte dritte Material. Dadurch entstehenden nunmehr Pulversäulen aus dem ersten, dritten und einem fünften Abschnitt s1, s3, s5 bzw. aus dem zweiten, vierten und einem sechsten Abschnitt s2, s4, s6 zwischen den einander gegenüberliegenden Paaren der Stempel 22 - 24 bzw. 23 - 25.

**[0053]** In einem nachfolgenden neunten Verfahrensschritt 9 ist dargestellt, dass die beiden Prüfersäulen relativ zueinander in eine Position gefahren werden, in welcher später die einzelnen Komponenten des entstehenden Presskörpers 40 nicht nur in horizontaler, sondern auch in seitlicher bzw. radialer Richtung zueinander angeordnet sein sollen. Es erfolgt somit ein Prüfertransport, bei dem die senkrechten Pulver- bzw. Materialsäulen relativ zueinander verschoben werden.

**[0054]** Danach erfolgt ein Pressen bzw. Verdichten, welches in einem zehnten Verfahrensschritt 10 skizziert ist, wobei insbesondere bei diesem Schritt eine Hauptpresskraft aus vorzugsweise dem oberen Hauptpressantrieb 28 auf Platten und die daran befestigten Stempel 22 - 25 erfolgt.

**[0055]** Letztendlich ist anhand eines elften Verfahrensschritts 11 dargestellt, dass der so entstandene Presskörper 30 nach oben hin aus der Matrize 20 ausgeschlossen wird, indem die unterseitigen Pressstempel 22, 23 und die oberseitigen Pressstempel 24, 25 relativ zur Matrizenoberkante der Matrize 20 angehoben werden. Alternativ zu dem beispielhaften Ausstoßen kann auch ein Abziehen durch Bewegung der Matrize relativ zu dem Presskörper 30 erfolgen, wie dies für auch sich genommen bekannt ist.

**[0056]** Die beschriebenen Verfahrensschritte stellen rein beispielhaft ausgewählte Zeitpunkte eines Presszyklus für einen Presskörper 30 dar. Es können optional auch einzelne dieser Verfahrensschritte weggelassen oder weitere Verfahrensschritte hinzugefügt werden.

Bezugszeichenliste:

**[0057]**

1	Befüllen mit erstem Material		- in eine Matrizenöffnung (21) einer Matrize (20) ein erstes solches Material (p1; p2) eingefüllt wird (1; 4),
2	Aufsetzen von oberseitigen Stempeln und Verfahren der Pulver- bzw. Materialsäulen relativ zueinander		- in der Matrizenöffnung (21) zumindest zwei oberseitige Stempel (22, 24) auf das Material (p1; p2) zumindest zeitweilig aufgesetzt werden (2; 5),
3	weiteres Verfahren der Materialsäulen und Vorverdichten	5	- unterseitig und oberseitig angeordnete Pressstempel (22, 23, 24, 25) zusammen mit dazwischen befindlichen Materialsäulen längs einer Pressrichtung auf unterschiedliche Höhen verstellt werden (2 - 3; 5 - 6),
4	Befüllen mit zweitem Material		- nach Abheben der oberseitig angeordneten Pressstempel (24, 25) in die Matrizenöffnung (21) das zweite Material (p2; p3) eingefüllt wird (4; 7),
5	Aufsetzen der oberseitigen Stempel und Verfahren der Materialsäulen		- abschließend mit den zumindest zwei oberseitigen Stempeln (24, 25) das Material (p1; p2) endverdichtet wird (9 - 10),
6	Vorverdichten	10	- wobei die Materialsäulen zwischen den unterseitig und oberseitig angeordneten Pressstempeln (22, 23, 24, 25) vorverdichtet werden vor einem ersten Verstellen relativ zueinander (2 - 3).
7	Befüllen mit drittem Material		
8	Aufsetzen der oberseitigen Stempeln und Vorverdichten		
9	Pulver- bzw. Materialtransport und Verfahren der Materialsäulen	15	
10	Pressen bzw. Endverdichten zum Presskörper		
20	Matrize		
21	Matrizenöffnung		
22, 23	unterseitige Stempel, insbesondere Pressstempel	20	
22o	Oberfläche des unteren ersten Stempels		
24, 25	oberseitige Stempel, insbesondere Pressstempel		
25u	Unterfläche des oberen zweiten Stempels		
26	Befülleinrichtung	25	
27	Steuereinrichtung		
28	oberer Hauptpressantrieb		
30	Presskörper		
h0	Null-Pressstellung		
h1	zwischenzeitliche Höhe des ersten unterseitigen Stempels	30	
h2	zwischenzeitliche Höhe des zweiten unterseitigen Stempels		
h3	zwischenzeitliche Höhe des ersten unterseitigen Stempels	35	
h4	zwischenzeitliche Höhe des ersten unterseitigen Stempels		
h5	zwischenzeitliche Höhe des zweiten unterseitigen Stempels		
p1	erstes metallisches und/oder keramisches pulver- und/oder granulatförmiges Material	40	
p2	zweites Material		
p3	drittes Material		
s1	erster Abschnitt des Presskörpers als Pulver- bzw. Materialsäule	45	
s2	zweiter Abschnitt als Materialsäule		
s3	dritter Abschnitt als Materialsäule		
s4	vierter Abschnitt als Materialsäule		
s5	fünfter Abschnitt als Materialsäule		
s6	sechster Abschnitt als Materialsäule	50	

### Patentansprüche

1. Verfahren zum Pressen eines Presskörpers (30) aus zumindest zwei verschiedenen metallischen und/oder keramischen pulver- und/oder granulatförmigen Materialien (p1, p2, p3), bei dem

7. Verfahren nach einem vorstehenden Anspruch, bei dem ein/das Verstellen zum Verlieren des seitlichen Kontakts der Materialsäulen unabhängig von einem zwischenzeitlichen Erreichen einer nachfolgenden zweiten Befüllposition für das zweite Material (p2; p3) durchgeführt wird. 5
8. Verfahren nach einem vorstehenden Anspruch, bei dem die Materialsäulen zwischen den unterseitig und oberseitig angeordneten Pressstempeln (22, 23, 24, 25) während oder nach einem ersten Verstellen der Materialsäulen relativ zueinander (3) verdichtet werden. 10
9. Verfahren nach einem vorstehenden Anspruch, bei dem jeweils zumindest einer der unterseitigen und oberseitigen Stempel (22, 24) eine ringförmige Ausgestaltung aufweist oder mit innen liegender Durchtrittsöffnung zum Durchführen zumindest einen weiteren unterseitigen und oberseitigen Stempels (23, 25) ausgebildet ist. 15 20
10. Vorrichtung mit
- einer Matrize (20) mit einer Matrizenöffnung (21), 25
  - unterseitig zumindest zwei in die Matrizenöffnung (21) ragenden Stempeln (22, 23),
  - oberseitig zumindest zwei in die Matrizenöffnung (21) einführbaren Stempeln (24, 25), 30
  - einer Befüllereinrichtung (26) zum Befüllen der Matrizenöffnung (21) mit zumindest zwei verschiedenen metallischen und/oder keramischen pulver- und/oder granulatförmigen Materialien (p1, p2) und 35
  - einer Steuereinrichtung (27), wobei die Steuereinrichtung zum Durchführen eines Verfahrens nach einem vorstehenden Anspruch ausgebildet und/oder programmiert ist. 40
11. Vorrichtung nach Anspruch 10, die als eine Keramik- und/oder Metallpulverpresse mit Pressstempeln als den Stempeln (22, 23, 24, 25) ausgestaltet ist.
12. Datenträger mit einem darauf gespeicherten Programm, welches zum Durchführen des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 9 in einer Vorrichtung nach Anspruch 10 oder 11 programmiert ist. 45 50

## Claims

1. A method of compressing a compact (30) of at least two different metallic and/or ceramic powdery and/or granular materials (p1, p2, p3), wherein 55
- a first such material (p1; p2) is filled into a die opening (21) of a die (20) (1; 4),
  - at least two top punches (22, 24) are at least temporarily placed on the material (p1; p2) in the die opening (21) (2; 5),
  - bottom and top punches (22, 23, 24, 25) together with interposed material columns are adjusted to different heights along a pressing direction (2 - 3; 5 - 6),
  - after lifting off the top punches (24, 25) the second material (p2; p3) is filled into the die opening (21),
  - the material (p1; p2) is finally end-compacted by the at least two top punches (24, 25) (9 - 10),
  - wherein the material columns are pre-compacted between the bottom and top punches (22, 23, 24, 25) prior to a first adjustment relative to each other (2 - 3).
2. The method according to claim 1, wherein the adjustment of the bottom and top punches (22, 23, 24, 25) is carried out together with the interposed material columns until a contact is lost between adjacent material columns (2; 5).
3. The method according to claim 2, wherein the adjustment of the bottom and top punches (22, 23, 24, 25) is carried out together with the interposed material columns until the adjacent material columns are no longer in contact with each other (2).
4. The method according to claim 2 or 3, wherein after the loss of contact, the bottom and top punches (22, 23, 24, 25) are adjusted together with the interposed material columns into a position in which the second material (p2; p3) is filled in (4; 7).
5. The method according to any of the preceding claims, wherein the adjustment to different heights is carried out independently of temporarily reaching a subsequent second filling position for the second material (p2; p3).
6. The method according to any of the preceding claims, wherein the adjustment occurs in an intermediary step beyond the filling position or in a direction opposed to a direction of the subsequent filling position.
7. The method according to any of the preceding claims, wherein an/the adjustment for the loss of lateral contact of the material columns is carried out independently of temporarily reaching a subsequent second filling position for the second material (p2; p3).
8. The method according to any of the preceding claims, wherein the material columns are pre-compacted between the bottom and top punches (22, 23, 24, 25) during or after the first adjustment of the

material columns relative to each other (3).

9. The method according to any of the preceding claims, wherein at least one of the bottom and top punches (22, 24) has an annular configuration or is formed with an internal passage hole for passing through at least one further bottom and top punch (23, 25).
10. An apparatus, comprising
- a die (20) with a die opening (21),
  - at least two punches (22, 23) reaching into the die opening (21) from the bottom,
  - at least two punches (24, 25) insertable into the die opening (21) from the top,
  - a filling device (26) for filling the die opening (21) with at least two different metallic and/or ceramic powdery and/or granular materials (p1, p2) and
  - a control device (27), the control device being formed and/or programmed to carry out a method according to any of the preceding claims.
11. The apparatus according to claim 10, configured as a ceramic and/or metal powder press having compressing punches as the punches (22, 23, 24, 25).
12. A data carrier having a program stored thereon, which is programmed for carrying out the method according to any of claims 1 to 9 in an apparatus according to claim 10 or 11.

## Revendications

1. Procédé pour fabriquer par compression un corps comprimé (30) à partir d'au moins deux matériaux métalliques et/ou céramiques pulvérulents et/ou granulaires différents (p1, p2, p3), selon lequel
- un premier matériau de ce type (p1 ; p2) est rempli (1 ; 4) dans une ouverture de matrice (21) d'une matrice (20),
  - au moins deux poinçons supérieurs (22, 24) sont appliqués (2 ; 5) au moins temporairement sur le matériau (p1 ; p2) dans l'ouverture de matrice (21),
  - des poinçons de compression (22, 23, 24, 25) disposés sur le dessous et sur le dessus sont déplacés (2 - 3 ; 5 - 6) à des hauteurs différentes le long d'une direction de compression conjointement avec les colonnes de matériau situées entre eux,
  - après relevage des poinçons de compression (24, 25) disposés sur le dessus, le deuxième matériau (p2 ; p3) est rempli (4 ; 7) dans l'ouverture de matrice (21),

- pour finir, le matériau (p1 ; p2) est soumis à la compression finale (9 - 10) au moyen desdits au moins deux poinçons supérieurs (24, 25),

- sachant que les colonnes de matériau sont, avant leur premier déplacement relatif (2 - 3), pré-comprimées entre les poinçons de compression (22, 23, 24, 25) disposés sur le dessous et sur le dessus.

2. Procédé selon la revendication 1, selon lequel le déplacement des poinçons de compression (22, 23, 24, 25) disposés sur le dessous et sur le dessus est effectué conjointement avec les colonnes de matériau situées entre eux jusqu'à la perte (2 ; 5) du contact entre les colonnes de matériau mutuellement voisines.
3. Procédé selon la revendication 2, selon lequel le déplacement des poinçons de compression (22, 23, 24, 25) disposés sur le dessous et sur le dessus est effectué conjointement avec les colonnes de matériau situées entre eux jusqu'à ce que les colonnes de matériau mutuellement voisines ne présentent plus (2) de contact entre elles.
4. Procédé selon la revendication 2 ou 3, selon lequel, à la suite de la perte du contact, les poinçons de compression (22, 23, 24, 25) disposés sur le dessous et sur le dessus sont déplacés conjointement avec les colonnes de matériau situées entre eux dans une position dans laquelle le deuxième matériau (p2 ; p3) est rempli (4 ; 7).
5. Procédé selon l'une des revendications précédentes, selon lequel le déplacement est effectué à des hauteurs différentes indépendamment de l'atteinte intermédiaire d'une deuxième position de remplissage consécutive pour le deuxième matériau (p2 ; p3).
6. Procédé selon l'une des revendications précédentes, selon lequel le déplacement s'effectue au cours d'une étape intercalée au-delà de la position de remplissage, ou dans une direction opposée à la direction de la position de remplissage consécutive.
7. Procédé selon l'une des revendications précédentes, selon lequel un/le déplacement pour la perte du contact latéral des colonnes de matériau est effectué indépendamment de l'atteinte intermédiaire d'une deuxième position de remplissage consécutive pour le deuxième matériau (p2 ; p3).
8. Procédé selon l'une des revendications précédentes, selon lequel les colonnes de matériau situées entre les poinçons de compression (22, 23, 24, 25) disposés sur le dessous et sur le dessus sont pré-comprimées pendant ou après un premier déplacement

ment relatif (3) des colonnes de matériau.

9. Procédé selon l'une des revendications précédentes, selon lequel au moins un des poinçons inférieurs et des poinçons supérieurs (22, 24) présente respectivement une configuration annulaire ou est réalisé avec une ouverture de passage située à l'intérieur, pour le passage d'au moins un autre poinçon inférieur ou supérieur (23, 25). 5  
10
10. Dispositif avec
- une matrice (20) dotée d'une ouverture de matrice (21),
  - sur le dessous, au moins deux poinçons (22, 23) se dressant dans l'ouverture de matrice (21), 15
  - sur le dessus, au moins deux poinçons (24, 25) pouvant être introduits dans l'ouverture de matrice (21),
  - un équipement de remplissage (26) pour remplir l'ouverture de matrice (21) avec au moins deux matériaux métalliques et/ou céramiques pulvérulents et/ou granulaires différents (p1, p2), et 20
  - un équipement de commande (27), sachant que l'équipement de commande est configuré et/ou programmé pour la mise en oeuvre d'un procédé selon l'une des revendications précédentes. 25
- 30
11. Dispositif selon la revendication 10, qui est réalisé sous la forme d'une presse pour pulvérulents céramiques et/ou métalliques avec des poinçons de presse comme poinçons (22, 23, 24, 25). 35
12. Support de données sur lequel est enregistré un programme qui est programmé pour la mise en oeuvre du procédé selon l'une des revendications 1 à 9 dans un dispositif selon la revendication 10 ou 11. 40

45

50

55

Fig. 1

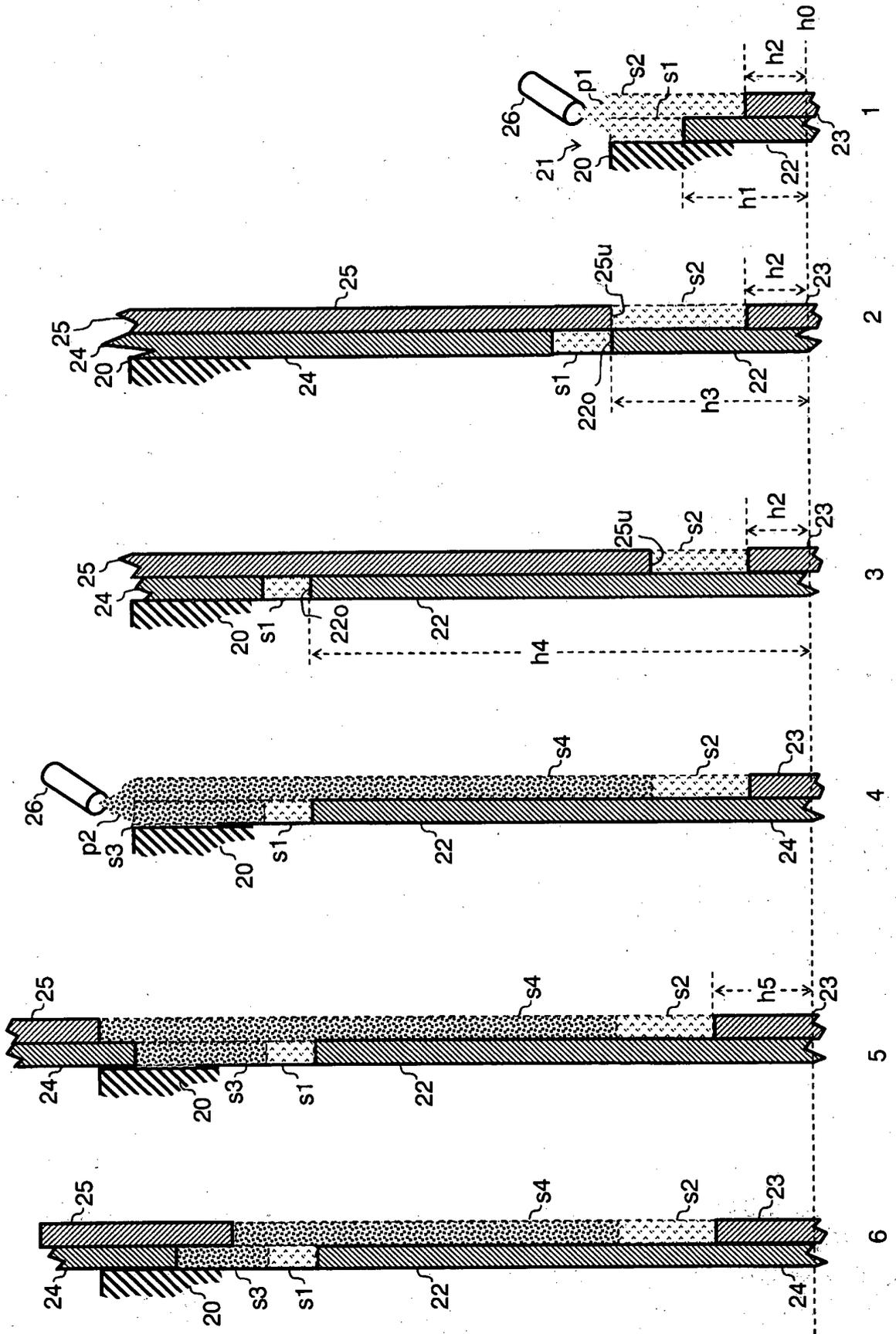
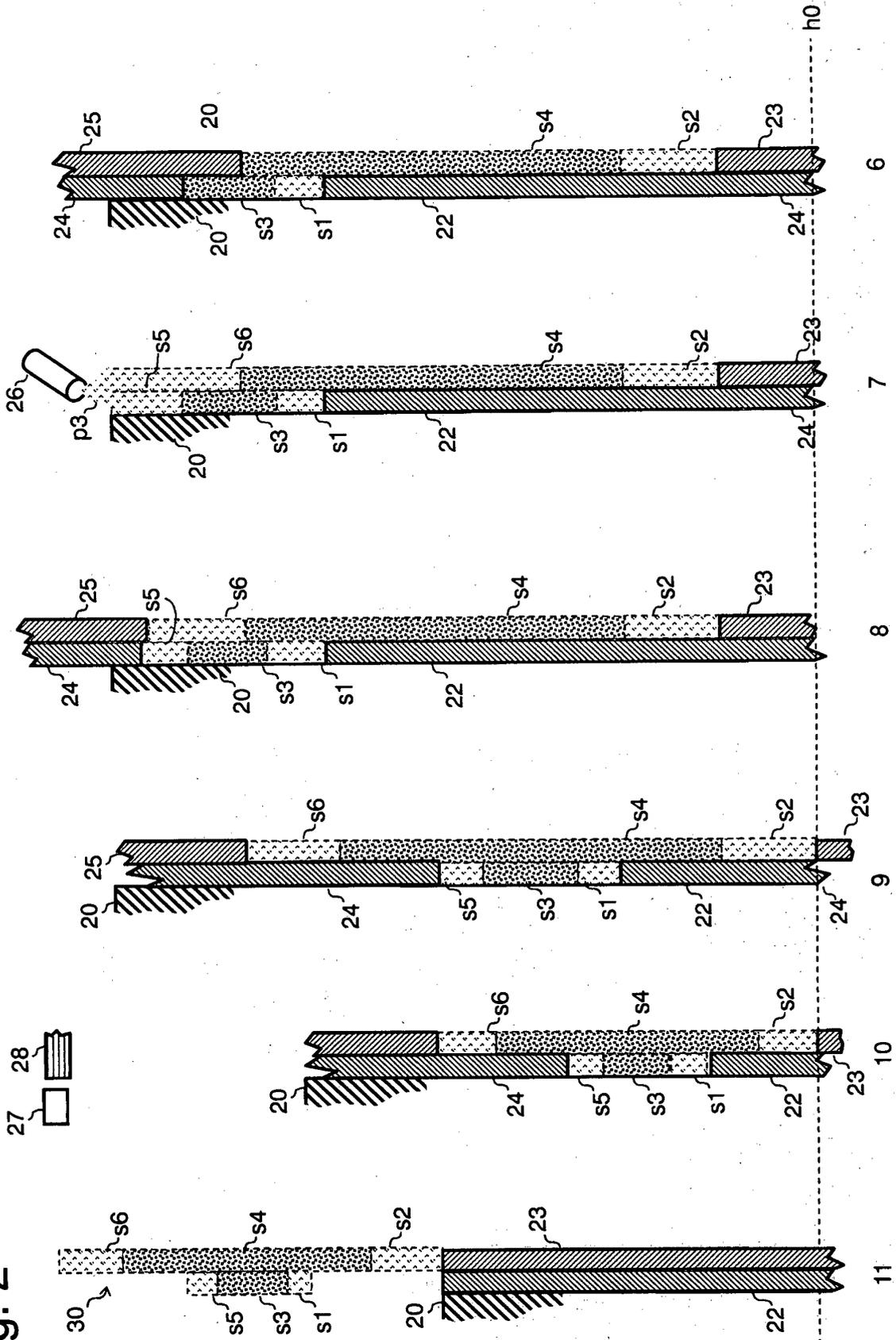


Fig. 2



**IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE**

*Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.*

**In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente**

- DE 10254656 B4 [0002]
- DE 102009049845 A1 [0003]
- EP 1440790 A1 [0004]
- EP 1457204 A1 [0004]
- DE 102009042598 [0005]
- US 2004113319 A1 [0006]